



## PREVALENCIA DE ALTERACIONES MORFOLÓGICAS EN EL PIE DE LOS VELOCISTAS DE LA ACADEMIA DE ATLETISMO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

## PREVALENCE OF MORPHOLOGICAL ALTERATIONS IN THE FOOT OF THE SPRINTERS OF THE ACADEMY OF ATHLETICS OF THE UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

Malvaez-Barrera Ursula<sup>1</sup>, Ramírez-Piña María Beatriz<sup>1</sup>, González-Jiménez Leslie Itzel<sup>1</sup>, Jimenez-Martínez Sara<sup>1</sup>, Rodríguez-Márquez Lizbeth<sup>1</sup>, Pírez-Lindoro Miguel Ángel<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup> Licenciatura en Fisioterapia, Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro.

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: [miguel.pirez@uaq.mx](mailto:miguel.pirez@uaq.mx)

### Resumen

Han sido documentadas diversas lesiones asociadas al velocista; sin embargo, no se han detallado las implicaciones crónicas que pudiera tener la práctica de esta disciplina en la estructura del pie. Un estudio describió una prevalencia del 42.8% de pie supino/cavo en atletas de velocidad, realizado con el método Hernández Corvo. El objetivo fue establecer la prevalencia de alteraciones morfológicas en el pie del velocista, en un estudio descriptivo y transversal, en el periodo de Febrero a Abril de 2019, con un muestreo no probabilístico por conveniencia, en donde se estudiaron variables antropométricas y sociodemográficas, relacionadas al entrenamiento, índice de postura podal, y el método de Hernández Corvo, para determinar los patrones morfológicos anormales. Se obtuvo, una muestra conformada por 12 velocistas jóvenes. El 100% de los participantes presentaron alguna alteración en el pie derecho, y un 92% en el pie izquierdo. Encontrando un mayor número de casos para talo valgo en la zona del retropié, ya que de los 24 pies examinados, 16 de ellos (29.09 % del total de alteraciones), fueron clasificados de esta manera, correspondiendo el 31% del total a los pies derechos y el 28% a los pies izquierdos examinados, concluyendo así, que realmente existe la presencia de alteraciones morfológicas tras un entrenamiento continuo, principalmente, el valgo de retropié y pie varo, pudiendo resultar como factores que alteren el rendimiento del atleta, si no son considerados adecuadamente en el entrenamiento.

**PALABRAS CLAVE.** *Alteración morfológica, velocistas, talo valgo.*

### Abstract

Several injuries associated to the sprinter have been documented; however, the chronic implications of athletics practice in the structure of the foot have not been detailed. A study described a 42.8% prevalence of supine/cavus foot in speed athletes realized by Hernández Corvo's method. The objective was to establish the prevalence of morphological alterations in the sprinter's foot in a transversal descriptive study, in the period of time between february to april of 2019, with a non-probabilistic sample for a convenience population, in which, anthropometric and sociodemographic variables, sprint training related variables, foot posture index and the Hernandez Corvo's Method were considered, to identify abnormal morphological patterns in the sprinter's feet. The 12 sprinters sample revealed. 100% of the participants presented some alteration in the right foot, and 92% in the left foot. 16 feet (29.09% of total alterations) of the 24 feet examined was classify as talus valgus. 67%, of the right feet and 66.66% of the left feet inspected was classify as valgus. In conclusion, there are morphological alterations on feet with continuous training, valgo and varo mainly, that could modify the sprinters performance if they are not considered on the correct training.

**KEYWORDS.** *Morphological alterations, sprinters, talus valgo.*

## 1. Introducción

La acción de correr se remonta a la época de los primeros hombres y a su necesidad de sobrevivir, abarcando desde huir, hasta la caza para alimentarse. Por otro lado, desde las primeras culturas, han existido las competencias, ya fueran como juego, ritual o celebración. Hablando del atletismo como deporte, éste se remonta a la antigua Inglaterra; en 1837, en la universidad Eton College, donde se llevó a cabo la primera competición con sus alumnos. Un año después, en Nueva Jersey, se realizó una crónica en un periódico sobre el atletismo, siendo ésta la primera evidencia escrita de una competencia atlética. El atletismo, es la suma de especialidades agrupadas, convirtiéndose en un deporte complejo en el cual se incorporan los saltos, lanzamientos, marcha atlética, carrera y pruebas combinadas. Dentro de las especialidades se encuentra la carrera de velocidad, la cual se divide en 100m, 200m y 400m lisos, este último se considera de velocidad prolongada (Rius Sant, 2005).

Someter al cuerpo a posturas prolongadas o a movimientos repetitivos, solicita una demanda sobre determinados grupos musculares o articulaciones, lo cual puede llevar tanto a limitaciones funcionales, como a modificaciones estructurales (Berdejo del Fresno y col. 2013). Se han determinado las fases del gesto deportivo propias de la carrera de velocidad, donde el pie choca con el borde externo del metatarso para después arquear el pie aumentando la fuerza de despegue, gracias a la contracción de flexores largos y cortos de los dedos, finalizando con el contacto que realizan los dedos (Rius Sant, 2005). Por lo cual, la biomecánica del pie se ve influenciada por las características propias de la técnica. El pie, es el segmento corporal base en el sustento del movimiento humano (Berdejo del Fresno y col. 2013), y que constituye una pieza fundamental para la posición bipodal y la marcha humana, desempeñando una función tanto estática como dinámica (Viladot, 2000). Por tal motivo es importante la preservación de la estructura podal para garantizar una funcionalidad y biomecánica óptimas (Berdejo del Fresno y col. 2013).

En el ámbito profesional de la fisioterapia deportiva, se necesita partir de la detección de problemáticas en el movimiento de grupos específicos, para así poder atenderlos desde los tres niveles de prevención en salud (Prevención, atención y rehabilitación). Por tal motivo,

el objetivo del presente estudio, se enfoca en obtener mediciones en los pies de atletas que practican la carrera de velocidad, describiendo los hallazgos obtenidos y concluyendo en la prevalencia de alteraciones de esta muestra.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general:

Establecer la prevalencia de alteraciones morfológicas en el pie del velocista cuyo entrenamiento se lleve a cabo en la academia de atletismo de la UAQ.

### 2.2. Objetivos específicos:

Identificar patrones morfológicos anormales en el pie de los velocistas. Velocistas que no presenten ninguna etiología ya establecida y clasificar los patrones morfológicos anormales encontrados. Agrupar las alteraciones encontradas según su localización, y enumerar las alteraciones presentes.

## 3. Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y transversal con muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los velocistas que entrenan en la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el periodo de febrero a abril del 2019. La academia cuenta con 15 velocistas, de los cuales 12 participaron, contando con los siguientes criterios de inclusión; Ser velocistas que entrenen en la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro.

- Ser mayores de 12 años y menor de 25.
- Haber firmado la carta de consentimiento informado.
- En caso de ser menor de edad, contar con la aprobación expresa de padres o tutores.

Se contó con los siguientes criterios de eliminación:

- Atletas que no firmaron el consentimiento informado o no completaron el procedimiento.
- No ser velocista.
- No pertenecer a la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Tener menos de 12 años o más de 25.

Se contó con el consentimiento informado firmado por los velocistas y los tutores para los menores de edad. Todos los datos recopilados se trataron bajo estricta confidencialidad. La investigación fue aprobada por el comité de bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se recopilaron los datos de frecuencia y experiencia de entrenamiento, tipo de calzado, postura del pie, pie con alteración, cánones de los dedos, alteración morfológica, tipo de alteración morfológica y número de alteraciones concomitantes.

Para la determinación de la postura y alteraciones, se utilizó el método de índice de postura podal (IPP), utilizado en investigaciones como; “La Evaluación Baropodométrica” en Olen, Bélgica, dando como resultado, que el apoyo total y las áreas de contacto del talón medial aumentan con el tiempo de carrera, al igual que las presiones debajo de la segunda cabeza metatarsiana y el talón medial (Escamilla, 2013).

El IPP se lleva a cabo con el paciente en bipedestación,

en posición estática y relajada. Con esta valoración se obtienen los valores de la posición del pie en forma estática y en los tres planos (retropié, mediopié y antepié) (Lee y col. 2015). Existen seis criterios para la realización de la medición del IPP, los cuales son:

- a) Palpación de la cabeza del astrágalo.
- b) Curvatura supra e inframaleolar lateral.
- c) Posición del calcáneo en el plano frontal.
- d) Prominencia de la región talonavicular.
- e) Congruencia del arco longitudinal interno.
- f) Abducción/aducción del antepié respecto al retropié (Keenan y col. 2007).

Los criterios que se consideren en una alineación neutra con base a la posición anatómica son graduadas como cero (0), mientras que las posturas con tendencia a pronación se gradúan en valores positivos (+1 y +2), y aquellas consideradas en supinación son ponderadas con valores en negativo (-1 y -2). La puntuación final del IPP suele ser un número entero entre -12 y +12. (Ver Figura 1) (Keenan y col. 2007).

Factor	Plano	Puntuación 1 Fecha _____ Comentario _____		Puntuación 1 Fecha _____ Comentario _____		Puntuación 1 Fecha _____ Comentario _____	
		Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]	Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]	Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]
		Retropié	Palpación de la cabeza del astrágalo				
Curvatura supra e inframaleolar lateral							
Inversión/eversión del calcáneo							
Antepié	Prominencia de la región talonavicular						
	Congruencia del arco longitudinal interno						
	Abducción/ aducción del antepié respecto al retropié						
Total							

Figura 1. Hoja de recolección de datos para IPP. Fuente: Elaboración propia, traducción de Lee y col. 2015.

Malvaez-Barrera Ursula, Ramírez-Piña María Beatriz, González-Jiménez Leslie Itzel, Jimenez-Martínez Saraí, Rodríguez-Márquez Lizbeth, Pérez-Lindoro Miguel Ángel. (pp.95 -101)

Al llenar la tabla con los valores obtenidos y sumarlos, se clasificará en distintos tipos de pie: -12 a -5 pie máximamente supinado, -4 a -1 pie supinado, 0 a +5 pie normal, +6 a +9 pie pronado, +10 a +12 pie máximamente pronado.

En conjunto a este instrumento, se utilizó el protocolo de Hernández Corvo, el cual ha sido utilizado anteriormente en diversos artículos, tal es el caso de una investigación, de las características de la huella plantar de niños y niñas de la ciudad de Pamplona con el fin de identificar las posibles causas de estas variaciones y las pautas de corrección que al respecto pudieran realizarse (Bermón, 2014).

El procedimiento consiste en marcar y trazar diferentes segmentos en la huella plantar para posteriormente realizar una ecuación que otorgará el

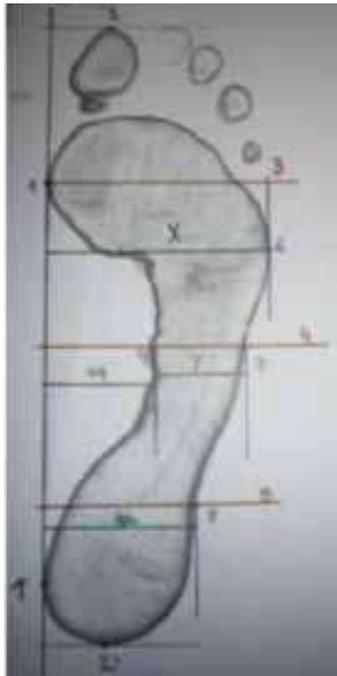


Figura 2. Trazos en la huella plantar para método Hernández Corvo. Fuente: Berdejo del Fresno y col. 2013.

$$\text{Ecuación : } \%X = (X - Y) * 100 / X.$$

Donde X es la distancia entre la línea perpendicular interna y la externa ( ancho del pie) e Y es la distancia entre las dos líneas perpendiculares interna y externa pero a nivel del primer traslado de la medida fundamental. Y se determina a partir del resultado obtenido las siguientes puntuaciones: 0-34%: Pie plano, 35-39%: Pie plano/normal, 40-54%: Pie normal, 55-59%: Pie normal/cavo, 60-74%: Pie cavo, 75-84%: Pie cavo fuerte, y 85-100%: Pie cavo extremo (Gómez y Santana, 2017).

Las alteraciones clasificadas en el presente estudio fueron: pie plano, pie cavo, talo varo y talo valgo, con los métodos anteriormente mencionados, mientras que por medio de la observación y palpación se clasificaron hallux valgus, hallux rigidus, dedos en martillo, primer metatarsiano elevado, hiperqueratosis, index plus, index minus e índice plus minus, definidas a continuación:

- *Pie plano*: deformación en la cual el arco plantar ha disminuido en su altura o ha desaparecido, generando un aumento de la huella plantar como resultado de alteraciones en la elasticidad ligamentaria, condicionando el desequilibrio muscular del pie.
- *Pie cavo*: condición en la cual el pie tiene un aumento del arco plantar, el cual puede conducir a diversos signos síntomas, tales como dolor e inestabilidad.
- *Talo varo*: deformidad del pie en la que el talón está invertido y la parte distal del pie se encuentra en inversión.
- *Talo valgo*: pie cuyo talón está en inversión y su parte distal se encuentra en eversión y abducción.
- *Hallux valgus*: desviación en varo del primer metatarsiano a la que se añade una falange distal en valgo y rotación interna.
- *Hallux rigidus*: afectación de la primera articulación metatarsofalángica y del complejo sesamoideo y se caracteriza por dolor, restricción de la movilidad y osteofitos periarticulares.
- *Dedos en martillo*: malformación de los dedos de los pies que implica una contractura de las articulaciones interfalángicas proximales en flexión cuando las articulaciones metatarsianas están en extensión. En los dedos de la falange distal flexionada y en el dorso de la articulación proximal flexionada se forman callos (Cailliet, 2006: 139).
- *Primer metatarsiano elevado*: Al realizar la supinación y rotación externa del pie, el hallux se dorsiflexiona despegándose del suelo, usualmente por lesión del tibial posterior (Hintermann y Gächter, 1996).
- *Eje tibial externo aumentado*: Ángulo fémoro-patelar mayor a 20° y ángulo muslo-pie mayor a 30° (Calzadilla y col. 2002).
- *Hiperqueratosis*: La presión o roce mantenido produce un desplazamiento de las capas del pie, engrosándose, pudiendo ocasionar molestias (Instituto Valenciano del Pie, n.d.).

- *Index plus*: El primer metatarso es más largo que el segundo.
- *Index minus*: El primer metatarso es más corto que el segundo.
- *Index plus minus*: El primer y segundo metatarso son del mismo tamaño.

### 3.1 Análisis estadístico

Se obtuvieron medidas de tendencia central para así determinar frecuencias y porcentajes, así como medidas de dispersión, para finalmente obtener un valor de  $P < 0.05$

## 4. Resultados

De la muestra estudiada se observó un entrenamiento promedio de 10.95 horas a la semana, con experiencia promedio de 34.91 meses y utilizando el calzado estipulado por la “International Association of Athletics Federations” (IAAF). Vease en las Figuras 3 y 4.

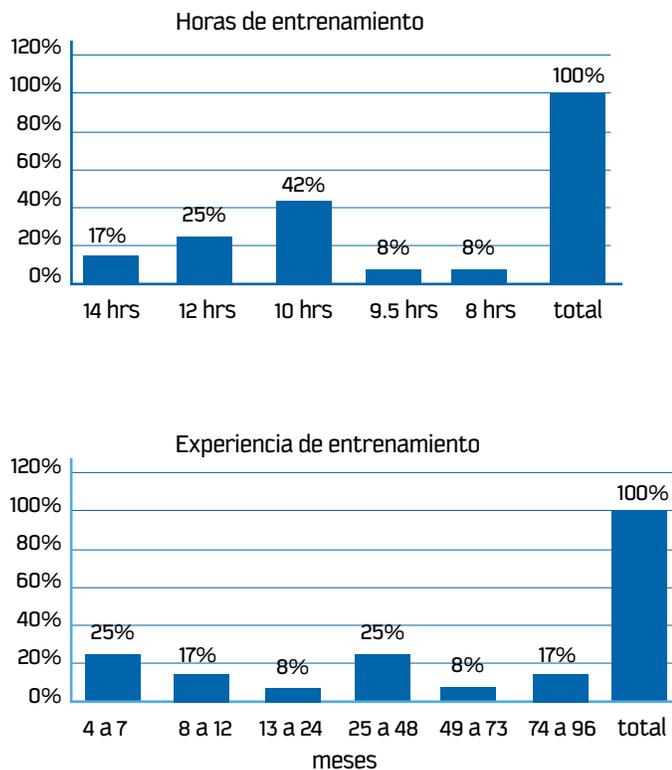


Figura 3 y 4. Frecuencia y experiencia de entrenamiento. Elaboración propia.

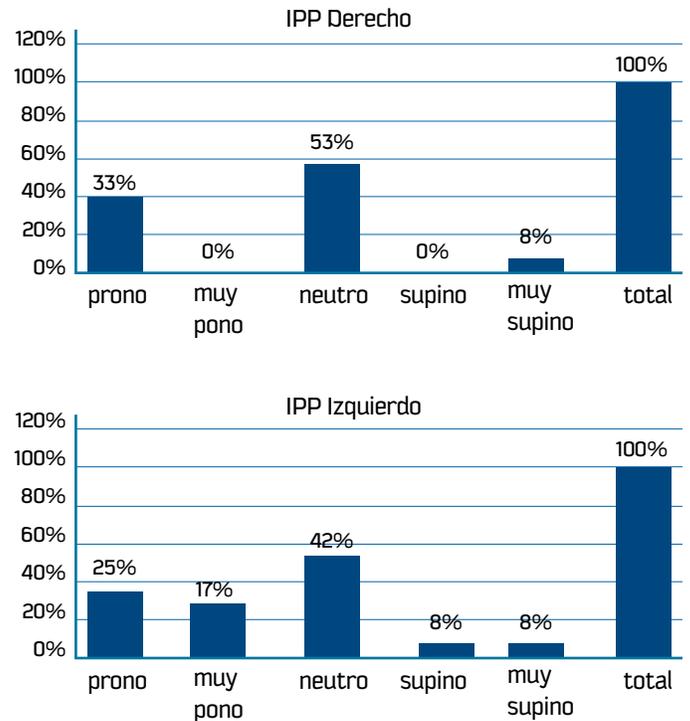


Figura 5 y 6. Resultados en el índice de la postura podal. Elaboración propia.

En relación al IPP (Figuras 5 y 6), se encontró una prevalencia de 7 (58.33%) pies neutros, 4 (33.33%) pronos y 1 (8.33%) muy supino en pie derecho, mientras que en pie izquierdo 5 (42%) corresponden a neutro, 3 (25%) prono, 2 (17%) muy prono, 1 (8%) muy supino y 1 (8%) supino.

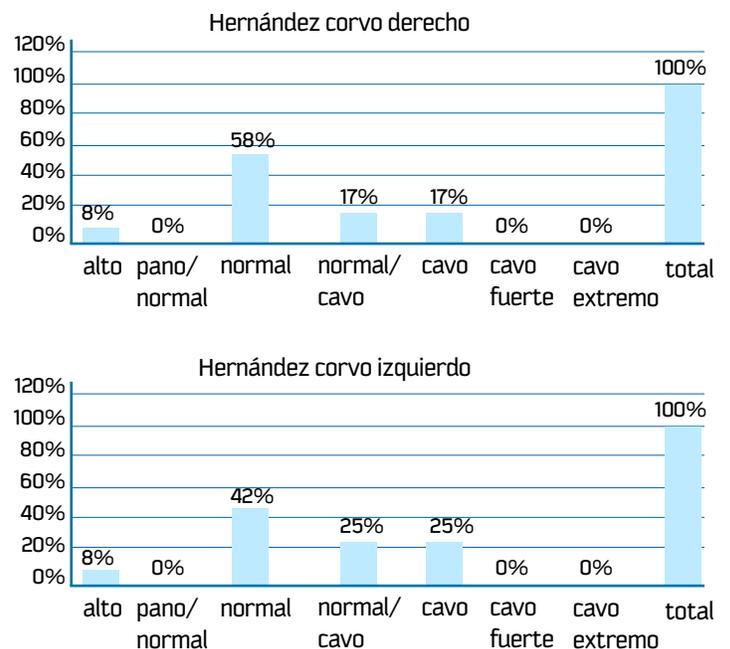


Figura 7 y 8. Resultados con el método Hernández Corvo. Elaboración propia.

El método Hernández Corvo (Figuras 7 y 8) presentó en pie derecho 1 [8%] plano, 7 [58%] normal, 2 [17%] normal cavo, así como 2 [17%] cavo. En el pie izquierdo, los valores obtenidos fueron 1 [8%] plano, 5 [42%] normal, 3 [25%] normal cavo y 3 [25%] cavo.

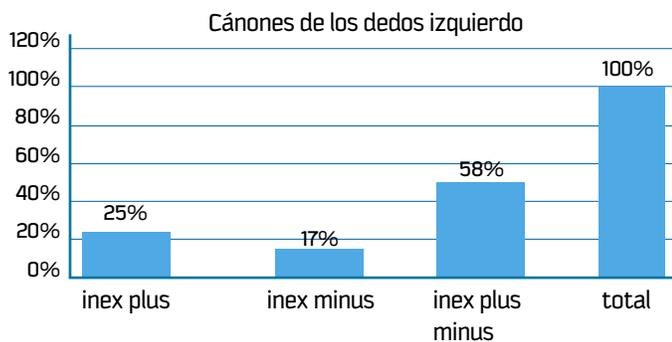
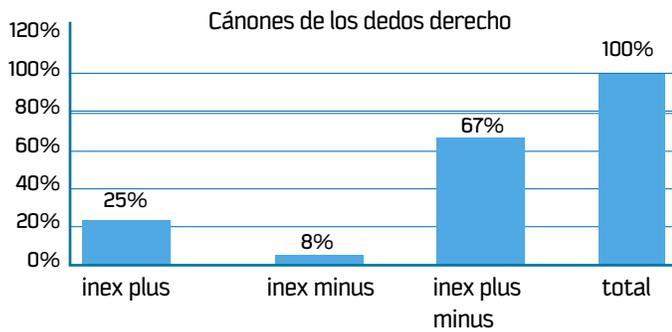


Figura 9 y 10. Resultados cánones de los dedos. Elaboración propia.

Los cánones (Figuras 9 y 10) arrojaron una prevalencia en pie derecho de 3 [25%] index plus, 1 [8%] index minus y 8 [67%] index plus minus. Para pie izquierdo, 3 [25%] index plus, 2 [17%] index minus y 7 [58%] index plus minus.

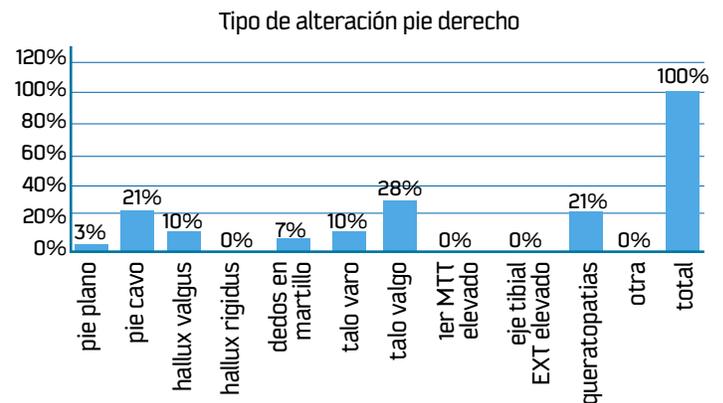
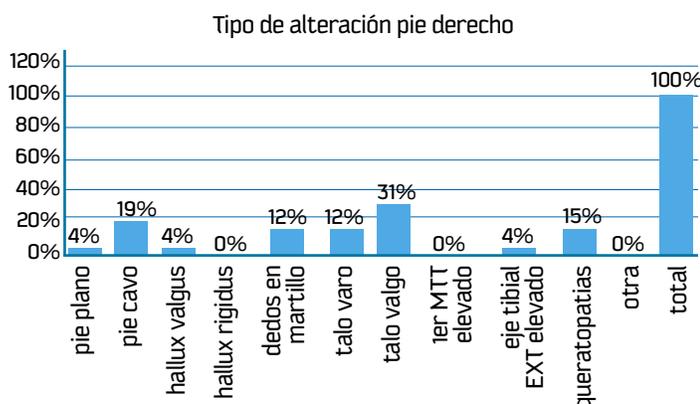


Figura 11 y 12. Tipos de alteraciones encontradas. Elaboración propia.

Algunas otras alteraciones encontradas en los pies de los velocistas (Figuras 11 y 12) fueron: 1 [3.84%] pie plano, 5 [19.23%] cavo, 1 [3.84%] hallux valgus, 3 [11.53%] dedos en martillo, 3 [11.53%] talo varo, 8 [30.76%] talo valgo, 1 [3.84%] eje tibial externo elevado y 4 [15.38%] queratopatías en pie derecho.

Para pie izquierdo se encontró: 1 [3%] pie plano, 6 [21%] pie cavo, 3 [10%] hallux valgus, 2 [7%] dedos en martillo, 3 [10%] talo varo, 8 [28%] talo valgo y 6 [21%] queratopatías. Obteniendo así un total de 26 y 29 alteraciones para pie derecho e izquierdo respectivamente.

Se encontró que el 100% de los pies derechos y el 92% de los pies izquierdos de los individuos presentaban al menos una de las alteraciones morfológicas examinadas. Siendo mayor la presencia de talo valgo en la zona del retropié, ya que de los 24 pies examinados, 16 de ellos (29.09%) fueron clasificados de esta manera, correspondiendo el 66.66% del total a los pies derechos (n=8) y el 66.66% a los pies izquierdos examinados (n=8), siendo 31% y 28% respectivamente de pie valgo en el total de alteraciones encontradas.

Como segunda alteración con mayor prevalencia se encontró el pie cavo (zona del mediopié), presente en 11 de los 24 pies examinados (45.83%), siendo 41.66% del total de pies derechos y 50% del total de pies izquierdos con esta alteración, correspondiendo 19% y 21% de pie cavo respectivamente del total de alteraciones encontradas.

Se presentan múltiples alteraciones en una misma persona, considerando dos alteraciones para el pie derecho (58% de los pies), mientras que para el izquierdo corresponde a dos alteraciones por persona (33% de los pies).

## 5. Discusión.

Un estudio analizó las deformidades del pie en atletas aplicando el protocolo de Hernández-Corvo, se constató que el 42.86% de los atletas tuvieron pie derecho cavo, mientras que solo un atleta presentó un pie derecho dentro del rango normal. La deformidad que prevalece en el pie izquierdo es pie cavo fuerte presente en el 42.8% de los atletas (Gómez y Santana, 2017).

Con base en los resultados del estudio anteriormente mencionado, se planteó la hipótesis de trabajo considerando encontrar más del 42.86% de pie derecho cavo o supino, mientras que la hipótesis alterna menciona que existirá alta prevalencia de alguna alteración morfológica diferente a pie supino o cavo. De acuerdo a las hipótesis propuestas, la primera de ellas no se cumplió ya que existió una diferencia de 1.2% entre la prevalencia esperada y la obtenida. Por otra parte se cumplió en ambos pies la hipótesis alterna con un 66.66% de prevalencia para talo valgo.

## 6. Conclusión.

El entrenamiento continuo de atletas de velocidad, puede repercutir en la morfología de los pies, esto de acuerdo al tiempo de entrenamiento, calzado y tipo de suelo en el que se llevan a cabo dichos entrenamientos, así como la manera de realizarlo en cuanto a ejercicio se refiere. Sin embargo, aún no se ha dado la importancia que debería, ya que la investigación en esta área es limitada.

Este trabajo de investigación confirma que realmente existe la presencia de alteraciones morfológicas tras un tiempo de entrenamiento continuo, entre las principales se encuentran: el valgo de retropié y pie varo, mismas que pueden alterar el rendimiento del atleta si no son consideradas para el planeamiento de un adecuado entrenamiento.

Independientemente de los valores obtenidos para cada una de las alteraciones morfológicas, se considera importante realizar una correlación de las alteraciones con cada una de las variables propuestas y así poder proponer una adecuada intervención fisioterapéutica ante estas alteraciones con el único fin de lograr un mayor rendimiento del atleta, evitar futuras lesiones y desarrollar un aporte en el ámbito de la fisioterapia

deportiva, quedando esto como propuesta a futuras investigaciones.

## Referencias Bibliográficas

- Berdejo del Fresno, D. L. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 19-39.
- Bermón, M. A. (2014). Characterization of plant footprint of school 6 to 8 years of age of urban population of the municipality of Pamplona. *Movimiento Científico* vol.8, 44-52.
- Cailliet, R. (2006). *Anatomía funcional biomecánica*. Marban Libros.
- Calzadilla, V., Castillo, I., Blanco, J., & González, E. (2002). Desviación torcionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 355-361.
- Escamilla, E. M. (2013). The Effect of Moderate Running on Foot Posture Index and Plantar Pressure Distribution in Male Recreational Runners. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 121-125.
- Gómez, A., & Santana, E. (2017). Acciones terapéuticas para la compensación de alteraciones posturales presentes en atletas de marcha deportiva. *PODIUM. Revista de ciencia y tecnología en cultura física*, 128-139.
- Hintermann, B., & Gächter, A. (1996). The First Metatarsal Rise Sign: A Simple, Sensitive Sign of Tibialis Posterior Tendon Dysfunction. *Foot & Ankle International*, 236-241.
- Keenan, A., Redmon, A., Horton, M., Conaghan, P., & Tennant, A. (2007). The foot posture index: Rasch Analysis of a Novel, Foot-Specific Outcome Measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88-93.
- Lee, J., Kim, K., Jeong, J., Kwon, N., & Jeong, S. (2015). Correlation of Foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flat foot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 10-17.
- Rius Sant, J. (2005). *Metodología y Técnicas del Atletismo*. Badalona: Paidotribo.
- Viladot, A. (2001). *Lesiones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Ed. Springer.